

IDENTIFICATION ET CARACTERISATION BIOCHIMIQUE DES ARTEMIA DU MILIEU SAHARIEN: CAS DE LA REGION DE OUARGLA

HIDOUCI Sabrina¹, GHOMARI Sidi Mohammed², MAAMRI Ibtihaj¹ et OTHMANI Imane¹

⁽¹⁾Université de Ouargla, Faculté des sciences de la nature et de la vie,
Département des sciences biologiques, 30000 Ouargla, Algérie

⁽²⁾Laboratoire de technologie alimentaire et nutrition, Université de Mostaganem,
27000 Mostaganem, Algérie

E-mail: bioannaba@yahoo.fr

(Received 22 March 2022 - Accepted 12 June 2022)

Résumé.- L'objectif de la présente étude est d'évaluer la valeur nutritive de l'Artemia collecté au niveau d'un drain situé dans la région sud de la ville de Ouargla. Les caractéristiques physico-chimiques de l'eau ont été étudiées in situ mensuellement de novembre 2016 à mars 2017. Les échantillons d'Artemia destinés à l'étude biochimique, ont été triés selon leurs stade de développement, taille et poids mesurés, identifié, puis stockés à -20°C. Les protéines et les lipides ont été déterminés respectivement selon la méthode de Bradford et de Folch. La température de l'eau du drain, fluctue entre 15°C et 25°C. La salinité varie entre 65,22 et 71 g/L. Le pH varie entre 3,78 et 8,43. L'oxygène dissous varie entre 3,49 et 4,77 mg/l. Il a pu être identifier l'espèce peuplant le drain de Ouargla, qu'il s'agit de l'Artemia parthenogenetica diploïde signalée pour la première fois à Ouargla. La taille moyenne des mâles et femelles sont respectivement de 8,20 ± 1,16 et 13,40 ± 2,15 mm. Pour les Nauplius est 197,14 ± 23,22 µm. Le taux moyen des protéines chez les mâles d'Artemia est de 75,41 ± 28,59 mg/l. Chez les femelles est de 62,23 ± 4,66 mg/l, chez les nauplius, on enregistre 40,83 ± 18,77 mg/l. En effet l'étude de la composition biochimique des femelles, des mâles et nauplius d'Artemia peuplant le drain de Ouargla, a permis de dégager l'importance nutritionnelle; ce qui indique que cette espèce est apte à être exploiter en aquaculture.

Mots clés: Artemia, identification, qualité nutritionnelle, drain, Ouargla.

IDENTIFICATION AND BIOCHEMICAL CHARACTERIZATION OF ARTEMIA FROM THE SAHARAN ENVIRONMENT: CASE OF THE OUARGLA REGION

Abstract.- The objective of this study is to assess nutritional value of Artemia collected from a drain located in the southern region of Ouargla. Physicochemical characteristics of water drain were studied in situ monthly from November 2016 to March 2017. Artemia samples intended for biochemical study were sorted according to their stage of development, size and weight measured, identified, then stored at -20°C. Proteins and lipids were determined respectively according to the method of Bradford and Folch. Water temperature of drain fluctuates between 15°C and 25°C. Salinity varies between 65.22 and 71 g/L. pH varies between 3.78 and 8.43. Dissolved oxygen ranges between 3.49 and 4.77 mg/l. We have been able to identify the species inhabiting the Ouargla drain, it is the diploid Artemia parthenogenetica reported for the first time in Ouargla. The average sizes of males and females are respectively 8.20 ± 1.16 and 13.40 ± 2.15 mm. For Nauplius is 197.14 ± 23.22 µm. The mean protein level in male Artemia is 75.41 ± 28.59 mg / L. In females is 62.23 ± 4.66 mg/l, and in nauplius is 40.83 ± 18.77 mg / L. Definitely, the study of the biochemical composition of females, males and Artemia nauplius inhabiting Ouargla drain has made it possible to identify the nutritional importance; which indicates that this species is suitable to be exploited in aquaculture.

Key words: Artemia, identification, nutritional quality, drain, Ouargla.

Introduction

En aquaculture, la qualité et la quantité de l'aliment utilisé pour le nourrissage des larves des différentes espèces d'intérêt commercial est un aspect de grande importance. Car la larve, après la résorption de son sac vitellin qui lui proportionne les besoins protéiques pour son développement durant les premières 24 heures de sa vie, elle commencera une alimentation exogène [1].

De nombreuses études ont été effectuées sur la nutrition larvaire chez des poissons marins et d'eau douce [2-11]. Parmi les aliments vivants utilisés en larviculture de poissons et de crustacés sont les nauplii d'Artemia par excellence [12].

L'Artemia est un crustacé vivant en eau salée ou saumâtre. elle est considérée comme un aliment de qualité pour les larves de poissons, car elle contient tous les nutriments nécessaires à un bon développement [13]. La littérature rapporte que la composition des nauplii varie considérablement, allant de 37 à 71% de protéines, 12 à 30% de lipides, 11 à 23% de glucides et 4 à 21% de cendres. Les valeurs pour les adultes sont de 50 à 69% de protéines, 2 à 19% de lipides, 9 à 17% de glucides et 9 à 29% de cendres [14,15].

De ce fait, l'intérêt a été porté sur la recherche et l'exploitation de ce crustacé dans les milieux naturels, et ce depuis la découverte de sa valeur nutritionnelle élevée [16].

Les nauplii d'Artemia représentent un chaînon trophique indispensable pour nourrir plus de 80% des alevins des poissons et des larves de crustacés. Cela est dû à la disponibilité, à la simplicité et à la valeur nutritionnelle par rapport à d'autres aliments [17]. En plus les Nauplii d'Artemia sont considérés comme un aliment approprié qui peut être facilement stocké et manipulé et obtenu seulement après 24 heures d'incubation à partir des cystes [18]. Ils sont de petite taille (173-207µm) parfaitement convenable pour la taille buccale des larves fragiles [19].

Des études ont confirmé que la farine d'Artemia pouvait être utilisée comme source de protéines dans le régime du poulet de chair [20,21], L'utilisation d'Artemia n'est pas limitée uniquement à des fins nutritionnelles, son utilisation a été étendue au domaine de la médecine [22].

L'augmentation de la demande des cystes d'Artemia attire l'attention sur toutes les populations et peut contribuer à l'approvisionnement local ou à l'exportation.

L'Algérie dispose d'un grand nombre de biotopes pouvant abriter l'Artemia, spécialement au niveau des zones humides, plusieurs études ont été effectuées dans différentes régions du pays [23-25] respectivement à chott marouane, sebkhet Ez-zemoul et El behira, à l'ouest algérien [26].

Dans ce contexte vient s'insérer l'étude qui a pour objectifs: L'identification de l'Artemia existante dans un plan d'eau à Ouargla et l'évaluation de sa valeur nutritive pour une éventuelle exploitation en aquaculture.

1.- Matériel et méthodes

1.1.- Présentation du site d'étude

Des échantillons d'eau et d'Artémia ont été prélevés au niveau du drain principal de la zone de Bamendil de Ouargla (fig. 1). Ce drain se situe sur la périphérie de la ville et des palmeraies ($31^{\circ}57'58''\text{N}$, $5^{\circ}17'19''\text{E}$), il s'étend sur une longueur totale de 13600 m environ, sa profondeur varie de 1,5 à 2 m, avec une pente qui varie entre 1 et 2% [27].

Ce collecteur a pour objectif de drainer toutes les eaux excédentaires d'irrigation et eaux pluvial et de rabattre la nappe phréatique.



Figure 1.- Photo satellite montrant le site d'échantillonnage "drain principal"

1.2.- Echantillonnage

Cinq campagnes d'échantillonnage d'eau et d'Artémia ont été effectués de novembre 2016 à mars 2017.

Les paramètres physico-chimiques de l'eau ont été mesurés mensuellement à l'aide d'un multi-paramètre de type HORRIBA *in situ*, il s'agit de la température ($^{\circ}\text{C}$), la salinité (g/l), le pH et l'oxygène dissous (mg/l).

Les échantillons d'Artémia destinés à l'étude biochimique ont été prélevés à l'aide d'une pissette. Ces échantillons ont été triés selon leurs stades de développement (adulte mâle et femelle, nauplius), leurs sexe (mâle, femelle), leurs tailles et leurs poids, La longueur moyenne des Artémias a été mesurée à l'aide d'un microscope munie d'un micromètre gradué selon la méthode de Lavens et Sorgeloos [19]. Le poids moyen a été mesuré à l'aide d'une balance de précision de type pioneer. Après les mesures biométriques les échantillons ont été stockés à -20°C pour éviter tout risque de dégradation et d'oxydation des protéines et des lipides.

La composition protéique de chaque stade de développement d'Artémia a été déterminée selon le protocole de Bradford [28] avec un étalon d'albumine (BSA). Par ailleurs, les teneurs en lipides totaux ont été déterminées selon la méthode de FOLCH [29] modifiée par CHRISTIE (1989).

1.2.- Analyses statistiques

Les résultats des différents paramètres sont représentés par la moyenne \pm l'écart type. Les paramètres biochimiques mesurés chez l'Artémia ont été testés en utilisant l'analyse de variance (ANOVA) afin de rechercher l'effet sexe, stade de développement et facteur temps. Les différences significatives ont été établies au niveau $p < 0,05$.

Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel SPSS version 20 (2011).

2.- Résultats et discussion

2.1.- Paramètres physico-chimiques

La température des eaux du drain, fluctue au cours de la période d'étude, en effet, on enregistre la plus faible valeur de 15°C en Janvier 2017, la plus forte voisine de 25°C a été observé en Mars 2017, avec une moyenne de $18,89 \pm 3,30^\circ\text{C}$. Les températures enregistrées suivent la température atmosphérique.

En ce qui concerne la salinité; elle montre de petites variations temporelles et enregistre une moyenne de $68,93 \pm 2,02$ g/L, ces valeurs élevées indiquent que l'eau du drain est hyper saline.

Le pH varie entre 3,78 et 8,43, cette acidité des eaux est probablement dû à un rejet accidentel d'effluents. Quant à l'oxygène dissous, il varie entre 3,49 et 4,77 mg/l avec une moyenne de $4,20 \pm 0,52$ mg/l (tab. 1).

Tableau I.- Valeurs enregistrées des paramètres physico-chimiques des eaux du drain

	Température (°C)	Salinité (g/L)	pH	Oxygène dissous (mg/l)
Nov 2016	19,33	65,22	8,43	3,66
Déc 2016	17,27	68,43	3,78	3,49
Jan 2017	15,70	70	7,78	4,46
Fev 2017	17,07	70,20	7,67	4,63
Mars 2017	25,09	71	6,25	4,77
Moyenne et écart-type	$18,89 \pm 3,30$	$68,97 \pm 2,05$	$6,78 \pm 1,66$	$4,20 \pm 0,52$

2.2.- Densité de l'Artémia

De Novembre 2016 à Mars 2017, il est dénombré 10171 individus d'Artémia, entre mâle, femelle et nauplius. Les femelles dominent (sex-ratio = nombre de mâles/nombre de femelles = 0,10) avec un nombre total de 8572 individus, suivi par les mâles (909 individus),

enfin les nauplius avec 690 individus (fig. 3).

Des variations du nombre d'individus au cours de la période d'étude ont été observées, on enregistre le nombre le plus faible en Décembre 2016 avec seulement 10 ind./L pour les femelles, 3 ind./L pour les mâles et 5 ind./L pour les nauplius, ces faibles valeurs correspondent probablement au pH bas enregistré au même mois, les eaux à tendance acide pouvaient être à l'origine de cette basse densité. C'est en Mars 2017, qu'on observe le maximum de femelles avec 5023 ind./L et 366 ind./L de mâles. Le pic chez les nauplius a été observé en Février 2017 avec 360 ind./l (fig. 2).

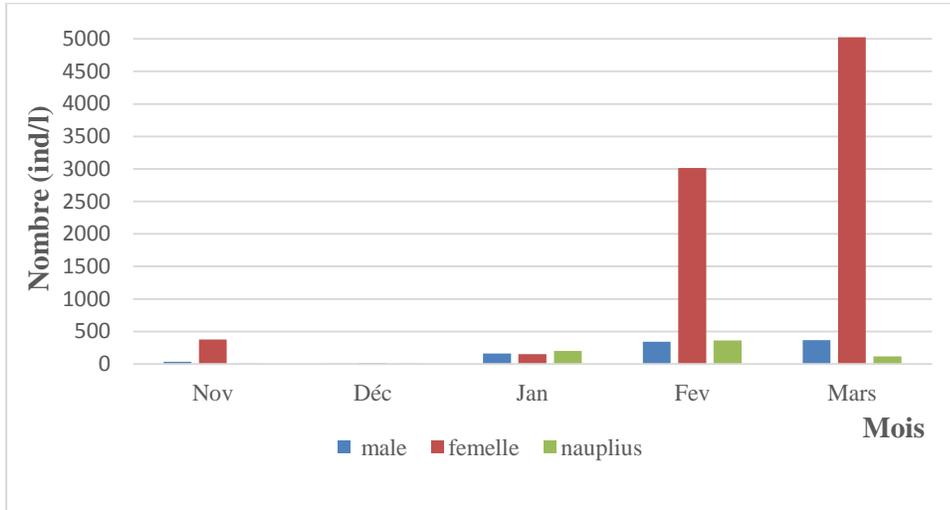


Figure 2.- Nombre d'individu d'Artémia collectée au cours de la période d'étude

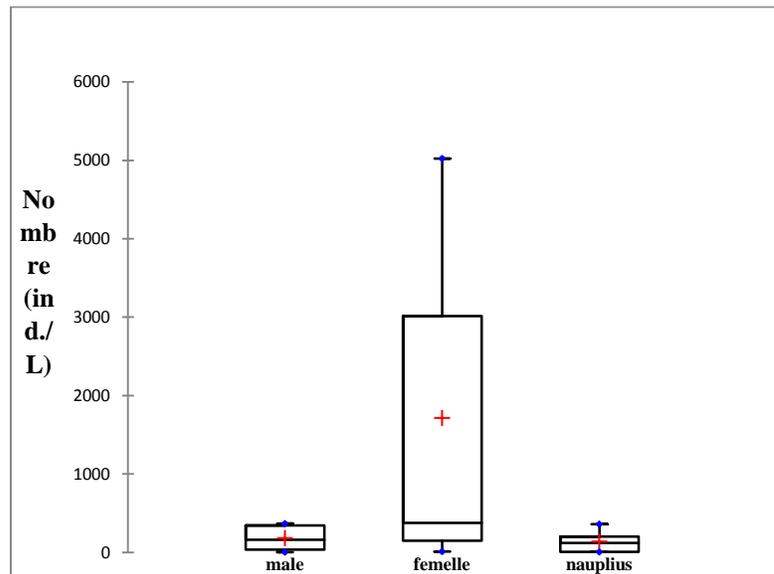


Figure 3.- Densité d'Artémia collectée dans les eaux du drain principal à Ouargla

Il est remarqué que dans les eaux du drain de Ouargla, la présence de l'Artémia en densité importante, car selon LAVENS *et al.* (1986) [30], une densité naturelle de 100 ind./L

est considérée comme étant très élevée. Elle est nettement supérieure à celle enregistrée par AMROUAYACHE *et al.* (2010) [24], dans sebkhet Ez-Zemoul avec un maximum de 56 ind./l.

2.3.- Identification, biométrie et biomasse des individus d'*artémia*

L'observation au microscope a permis d'identifier l'espèce qui peuple le drain de la région de Ouargla, il s'agit de l'*Artemia parthenogenetica diploïde* signalée pour la première fois à Ouargla. En ce qui concerne les résultats de mesures biométriques et de biomasses sont représentés dans le tableau II.

Tableau II.- Taille et poids des individus d'Artémia (n = 100) échantillonné dans le drain principal de Ouargla.

Individus	Taille	Poids
Mâle	8,20 ± 1,16 (mm)	4,10 ± 0,79 (mg)
Femelle	13,40 ± 2,15 (mm)	11,70 ± 2,80 (mg)
Nauplius	197,14 ± 23,22 (µm)	-

La taille des femelles d'Artémia est plus grande que celle des mâles, cette évolution a été signalée dans plusieurs travaux rapportées dans la littérature ce qui est commun chez ce crustacé [31,32].

La comparaison de la taille des femelles d'Artémia de la région de Ouargla avec celle de la saline de Bethioua, montre des différences importantes. En effet, les femelles de Bethioua enregistre une taille moyenne inférieure de 11.65 ± 0.98 mm [32], ceci est dû probablement aux facteurs environnementaux (salinité et matière trophique) [33-35]. Cette population d'Artémia qui pourrait être ramené par les oiseaux migrateurs vecteurs, peut être considérée parmi les plus grandes dans la région méditerranéenne [23,36,37].

En revanche les nauplius sont de taille plus petite par rapport à ceux des salines de bethioua à l'Ouest Algérien avec une taille moyenne de $562,24 \pm 75,32$ µm [38]. Et ceux de Chott Marouane ($428,7$ µm) [11], de Sfax en Tunisie ($422,2$ µm) [39] ainsi que celles de San Francisco Bay et de Great Salt Lake qui représentent les souches les plus utilisées en aquaculture (428 µm et 489 µm, respectivement) [40], laisse présumer que les nauplii de la souche du drain de Ouargla présente une taille appropriée pour leur utilisation en larviculture. En ce qui concerne la biomasse des individus, il n'a pu être pesé que les adultes; les femelles ayant un poids moyen de $11,70 \pm 2,80$ mg, les mâles $4,10 \pm 0,79$ mg.

2.4.- Paramètres biochimiques

2.4.1.- Dosage des protéines

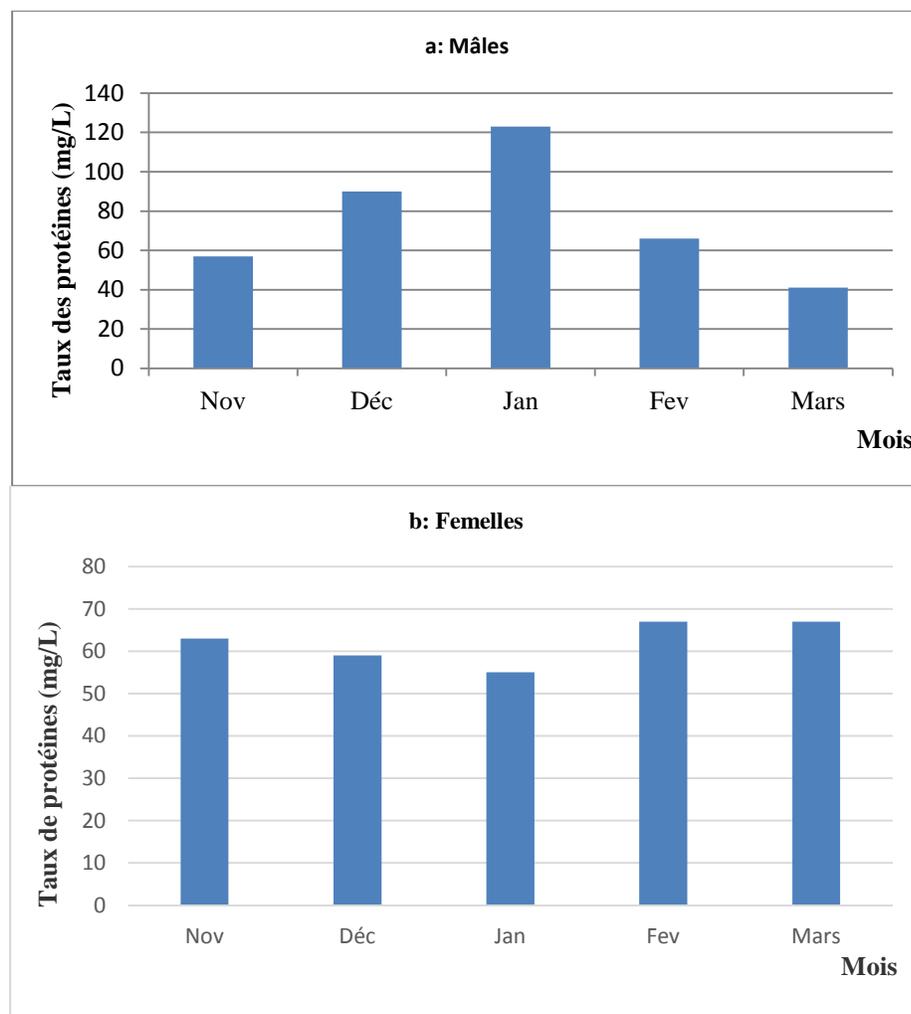
Les concentrations des protéines chez les mâles d'Artémia montrent une variation croissante de Novembre 2016 à Janvier 2017, où il est observé un pic de 123 mg/l, puis décroît jusqu'à atteindre 41 mg/l en Mars 2017 (fig. 4a), avec un taux moyen de $75,40 \pm 28,59$ mg/l. Chez les femelles, il est observé peu de variations en fonction du temps d'étude. Il est

enregistré une valeur minimale en Janvier de 55 mg/l, le maximum a été enregistré en Février soit 67 mg/l (fig. 4b), la concentration moyenne est de $62,20 \pm 4,66$ mg/l.

En ce qui concerne les nauplius, les concentrations des protéines présentent des variations croissantes de Novembre 2016 à Février 2017, avec un maximum de 74 mg/l. puis le taux chute en Mars 2017 et atteint 42 mg/l (fig. 4c), la moyenne est de $40,80 \pm 18,77$ mg/l.

Le taux des protéines ne montre aucune différence significative entre les mâles et les femelles ($p = 0,38$), cependant, une corrélation négative en fonction du temps ($r = - 0,92$), est remarquée. Le taux des protéines est significativement supérieur chez les individus adultes que chez les nauplius ($p = 0,03$) (fig. 5).

Les concentrations des protéines des Artémia de la région de Ouargla sont supérieures à celle de la région de Bethioua (5.69 ± 0.98 mg/l) chez des adultes [38], et elle sont comparables à celles de Great Salt Lake pour les nauplius (41-47 mg/l) [40].



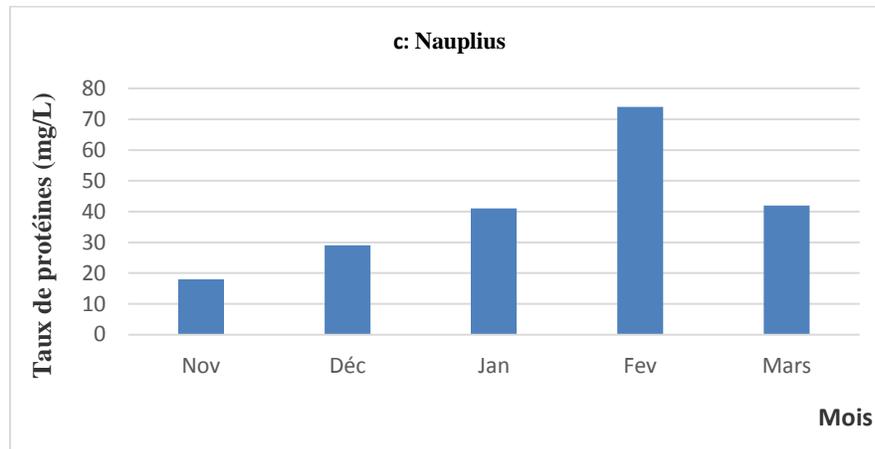


Figure 4a,b,c.- Variation des taux de protéines chez l'Artémia (a: mâle; b: femelle; c: nauplius)

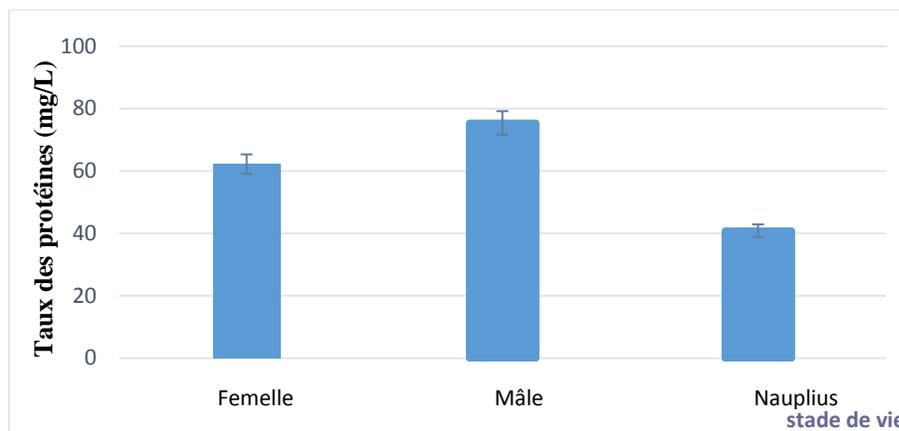


Figure 5.- Variations des taux de protéines chez l'Artémia en fonction du stade de vie

2.4.2.- Dosage des lipides

Chez les mâles, la concentration des lipides suivent une évolution inverse que celle des protéines, on enregistre en Novembre 25 mg/l, ce taux chute en Janvier jusqu'à 14,3 mg/l, pour s'élever à nouveau et atteindre 35mg/l en Mars (fig. 6d).

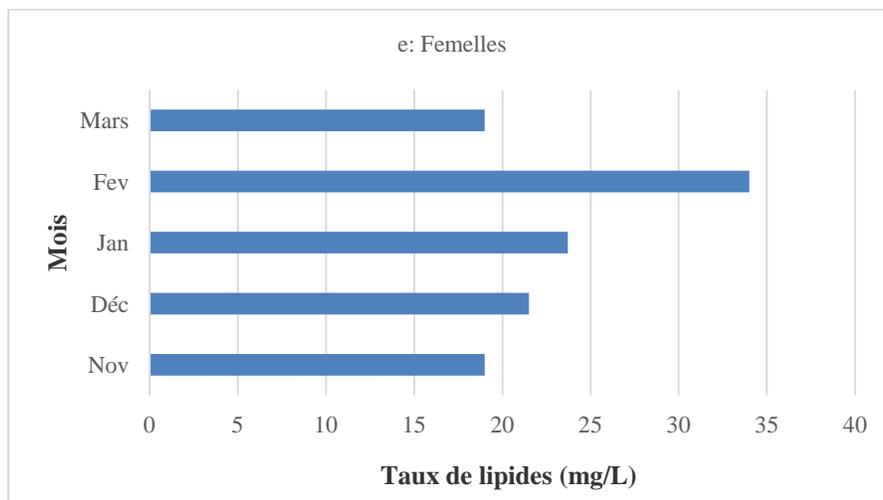
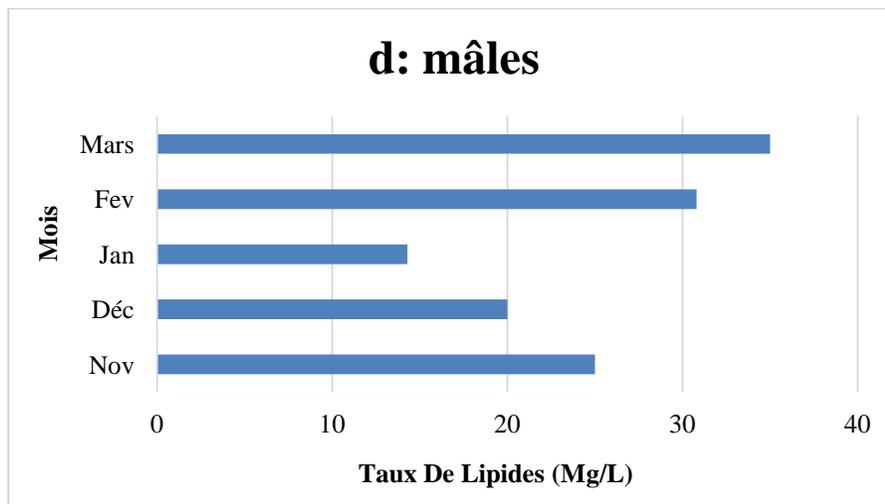
Chez les femelles, on observe en Février 2017 un pic de 34 mg/l, le minimum a été enregistré en Novembre 2016 et Mars 2017 avec une valeur de 19 mg/l (fig. 6e), le taux moyen des lipides enregistré est de $23,44 \pm 5,56$ mg/l.

En ce qui concerne les nauplius, des variations croissantes ont été observés sur les taux de lipides au cours de la période d'étude où on enregistre la valeur la plus faible en Novembre de 2 mg/l, la plus élevée est de 51 mg/l (fig. 6f), avec un taux moyen de $23,68 \pm 19,25$ mg/l.

Le taux de lipides chez l'Artémia du drain est approximativement similaire chez les différents stades de vie ($p = 0,94$), aucune différence significative n'a été observée également entre les mâles et les femelles, de même entre les mois d'études ($p = 0,74$) (fig.7).

Les taux de lipides mesurés chez l'Artémia du drain de Ouargla peuvent être liée aux facteurs environnementaux tel que la température et disponibilité trophique, car plusieurs études ont montré que la composition en acides gras d'un animal reflétait, en grande partie, la nature de l'alimentation ingérées [41-44].

Les lipides sont considérés parmi les principaux constituants biochimiques de la matière vivante. Les valeurs trouvées chez l'Artémia du drain de Ouargla sont sensiblement inférieures à celles trouvés par Belayachi et Belhadj, ainsi que Selselet et *al.* [32, 45], dans les populations de Rélizane et de Bethioua. Les expériences faites avec des Artémias de différents sites géographiques ont révélé des différences de la valeur nutritionnelle entre les différentes populations en raison des fluctuations de la composition biochimique des producteurs primaires (principalement les algues unicellulaires) disponibles pour la population [14, 46, 47].



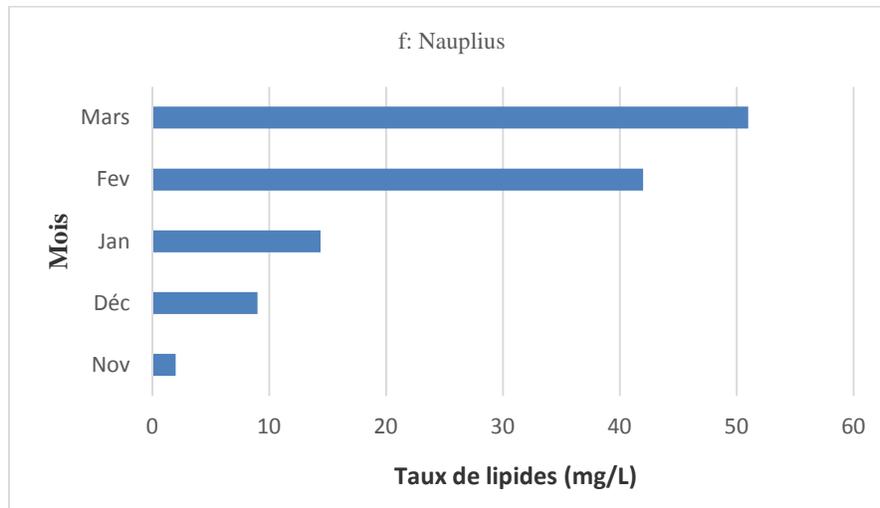


Figure 6.- Variation des taux de lipides chez l'Artemia, (d: mâle; e: femelle; f: nauplius)

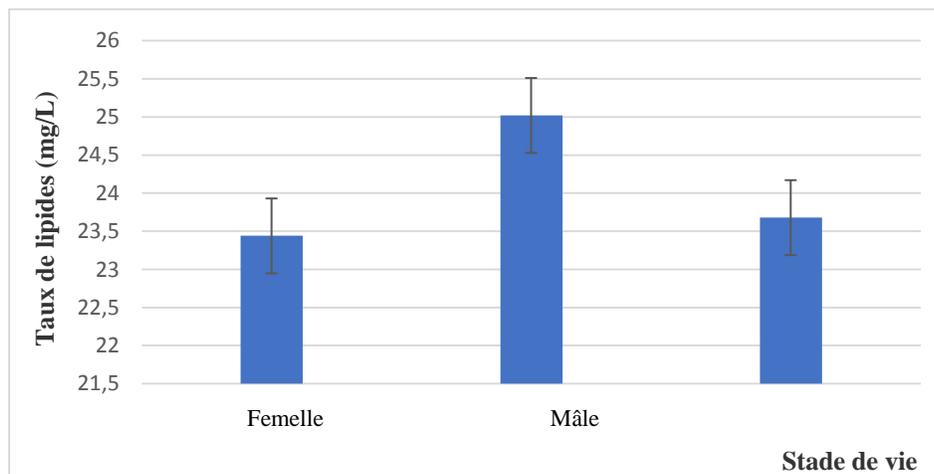


Figure 7.- Variations des taux de lipides chez l'Artemia en fonction du stade de vie

Conclusion

Ce présent travail est une initiation pour déterminer la valeur nutritionnelle d'Artemia dans un plan d'eau à Ouargla « Drain principal » qui représente une source nutritionnelle importante pour les stades larvaires de poisson.

Au cours de cette étude, les paramètres biotiques ont été déterminés entre le mois de Novembre 2016 et le mois de Mars 2017, au niveau du drain principal de Ouargla, à salinité élevés de $68,93 \pm 2,02$ g/L, d'autres paramètres de l'eau ont été analysés (T°C, pH et OD). Peu de travaux ont été consacrés à l'étude de ce cours d'eau, qui représente un écosystème spécial, ce dernier est peuplé par un crustacé branchiopode du genre Artemia. C'est une nouvelle population d'Artemia qui s'ajoute à l'*Artemia salina* peuplant chott Ain Beida; qu'on a pu identifier pour la première fois au niveau de Ouargla, une population appartenant à l'espèce *Artemia parthenogenetica*.

Il est remarqué une densité importante de cette population d'Artémia, avec une prédominance des femelles par rapport aux mâles. Le stade nauplius est également présent, par contre la forme cystique n'a pas été détectée.

Les femelles présentent une taille moyenne importante, par contre les nauplius sont de petite taille et peut être en adéquation avec l'ouverture buccale des larves acceptant des proies d'une taille moyennes de $197,14 \pm 23,22 \mu\text{m}$.

En effet l'étude de la composition biochimique des femelles, des mâles et nauplius d'Artémia peuplant le drain de Ouargla, a permis de dégager l'importance nutritionnelle; ce qui indique que cette espèce est apte à être utilisée pour des fins aquacoles.

Remerciements: Les remerciements vont à l'équipe du laboratoire de l'INRAA Touggourt pour leur aide pour les dosages biochimiques.

Références

- [1].- Rodríguez-Almaraz G. A., Zavala C., Mendoza R. et Maeda-Martínez A. M., 2006.- Ecological and biological notes on the brine shrimp *Artemia* (Crustacea: Branchiopoda: Anostraca) from Carmen Island, Baja California Sur, Mexico. *Hydrobiologia*, 560(1): 417-423.
- [2].- Girin M. and J. Person Le Ruyet, 1977.- Rearing of larvae of seawater fishes: food chains and mixed feeds]. *Bulletin français de Pisciculture*, v. 49(264): 88-101.
- [3].- Sorgeloos P., 1981. Live animal food for larval rearing in aquaculture: the brine shrimp *Artemia*. In Review paper presented at the World Conference on Aquaculture. Venice, Italy, Pp 21-25.
- [4].- Barnabé G., 1984.- Utilisation de plancton collecté pour l'élevage de masse de poissons marins. G. Barnabé et R. Billard, l'aquaculture du bar et des sparidés, Pp 185-207.
- [5].- Cunha I. and M. Planas, 1999.- Optimal prey size for early turbot larvae (*Scophthalmus maximus* L.) based on mouth and ingested prey size. *Aquaculture*, 175(1-2): 103-110.
- [6].- Kentouri M., Divanach P. and Paris J., 1984.- Approche du comportement trophique des larves de *D. sargus*, *S. aurata*, *P. puntazzo* et *L. mormyrus*. G. Barnabe et R. Billard (Eds.), L'Aquaculture du Bar et des Sparides, Pp 139-159.
- [7].- Aloui N., 2013.- Etude comparative de la valeur nutritionnelle des cystes de deux souches d'*Artemia* sur des larves de *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) en élevage: performances de croissance et survie. *Crustaceana*, 86(1): 56-66.
- [8].- Divanach P. and Kentouri M., 2000.- Hatchery techniques for specific diversification in Mediterranean finfish larviculture. *Cahiers options méditerranéennes*, 47: 75-87.
- [9].- Celada J. D., Aguilera A., García V., Carral J. M., Sáez-Royuela M., González R. and González Á. 2009.- Rearing juvenile tench (*Tinca tinca* L.) under controlled conditions

- using *Artemia nauplii* as supplement to a dry diet. *Aquaculture International*, 17(6): 565-570.
- [10].- Reis D. B., Acosta N. G., Almansa E., Navarro J. C., Tocher D. R., Andrade J. P. and Rodríguez C., 2017.- Comparative study on fatty acid metabolism of early stages of two crustacean species: *Artemia* sp. *metanauplii* and *Grapsus adscensionis* *zoeae*, as live prey for marine animals. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 204, 53-60.
- [11].- Kara M. H., Bengraïne K. A., Derbal F., Chaoui, L. and Amarouyache M., 2004.- Quality evaluation of a new strain of *Artemia* from Chott Marouane (Northeast Algeria). *Aquaculture*, 235(1-4): 361-369.
- [12].- Bengtson D. A., Léger P., and Sorgeloos P., 1991.- Use of *Artemia* as a food source for aquaculture. *Artemia biology*, 11: 255-285.
- [13].- Dhont J. and Van Stappen G., 2003.- Biology, tank production and nutritional value of *Artemia*. *Live feeds in marine aquaculture*, Pp. 65-121.
- [14].- Léger P., Bengtson D. A., Simpson K. L. and Sorgeloos P., 1986.- The use and nutritional value of *Artemia* as a food source. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 24: 521-623.
- [15].- Browne, R. A., and Bowen, S. T. 2018. Taxonomy and population genetics of *Artemia*. In *Artemia biology* (pp. 221-236). CRC press.
- [16].- Bengtson D. A., Gleason T. R. and Hossain M. A., 1999.- Consumption rates of summer flounder larvae on rotifer and brine shrimp prey during larval rearing. *North American journal of aquaculture*, 61(3): 243-245.
- [17].- Naceur, H. B., Jenhani, A. B. R., and Romdhane, M. S. 2012. Quality characterization of cysts of the brine shrimp *Artemia salina* from Tunisia focusing on their potential use in aquaculture. *Journal of Biological Research*, 17, 16.
- [18].- Lavens, P. and Sorgeloos P., 2000.- The history, present status and prospects of the availability of *Artemia* cysts for aquaculture. *Aquaculture*, 181(3-4): 397-403.
- [19].- Lavens, P., and Sorgeloos, P. 1996. Manual on the production and use of live food for aquaculture (No. 361). Food and Agriculture Organization (FAO), 295 pp. Rome, Italy.
- [20].- Zarei A., Shivazad M., and Mirhadi A., 2006.- Use of artemia meal as a protein supplement in broiler diet. *International Journal of Poultry Science*, 5(2): 142-148.
- [21].- Aghakhanian, F., Zarei, A., Lotfollahian, H., and Eila, N. 2009. Apparent and true amino acid digestibility of artemia meal in broiler chicks. *South African Journal of Animal Science*, 39(2), pp 158-162.

- [22].- Chair, M., Romdhane, M., Dehasque, M., Nelis, H., De Leenheer, A. P., and Sorgeloos, P. 1991. Live-food mediated drug delivery as a tool for disease treatment in larviculture. II. A case study with european seabass. In Larvi'91—Fish and Crustacean Larviculture Symposium. Special publication no. 15. (pp. 412-414). Ghent, Belgium: European Aquaculture Society.
- [23].- Amarouayache, M., Derbal, F., and Kara, M. H. (2009). Biological data on *Artemia salina* (Branchiopoda, Anostraca) from Chott Marouane (northeast Algeria). *Crustaceana*, 82(8), 997.
- [24].- Amarouayache, M., Derbal, F., and Kara, M. H. (2010). Caractéristiques écologiques et biologiques d'*Artemia salina* (Crustacé, Anostracé) de la sebkha Ez-Zemoul, Algérie Nord-est. *Revue d'Ecologie, Terre et Vie*, 65(2), 129-138.
- [25].- Amarouayache, M., and Belakri, N. 2015. On a parthenogenetic population of *Artemia* (Crustacea, Branchiopoda) from Algeria (El-Bahira, Sétif). *Sustainability, Agri, Food and Environmental Research*, 3(4).
- [26].- Ghomari, S. M., Selselet-Attou, G., Danés, F. H., Moncef, M., and Domenech, F. A. 2012. Note sur la biogéographie de la biodiversité du genre *Artemia* dans la région ouest de l'Afrique du Nord (Algérie, Maroc et Tunisie). *Ecologia mediterranea: Revue internationale d'écologie méditerranéenne= International Journal of Mediterranean Ecology*, 38(1), 28-38.
- [27].- Oulad Laid H., 2014.- Caractérisation qualitative des eaux de drainage d'un drain principal de Ouargla. Influence sur le développement de la flore dans le drain. Mémoire master, Université Kasdi Merbah Ouargla, 64p.
- [28].- Bradford M. M., 1976.- A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical biochemistry*, 72(1-2): 248-254.
- [29].- Folch J., Lees M. and Stanley G. S., 1957.- A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *Journal of biological chemistry*. 226(1): 497-509.
- [30].- Lavens P., Léger P., and Sorgeloos P., 1986.- Production, utilization and manipulation of *Artemia* as food source for shrimp and fish larvae. *Oceanis*, 4: 229-247.
- [31].- Alonso M., 2010.- Branchiopoda and Copepoda (Crustacea) in Mongolian saline lakes. *Mongolian Journal of Biological Sciences*, 8(1): 9-16.
- [32].- Belayachi D. A. and Belhadj A., 2014.- Etude de l'intérêt de *Dunaliella sauna* (micro-algue halophile) sur la culture de l'Artémie en Oranie. Mémoire de Master en science agronomie, Université Aboubakeur belkaid, Tlemcen, 97p.

- [33].- Vanhaecke P. and Sorgeloos P., 1980.- International Study on Artemia. IV. The biometrics of Artemia strains from different geographical origin. The brine shrimp Artemia, 3: 393-405.
- [34].- Camargo, W. N., Durán, G. C., Rada, O. C., Hernández, L. C., Linero, J. C. G., Muelle, I. M., and Sorgeloos, P. 2005. Determination of biological and physicochemical parameters of *Artemia franciscana* strains in hypersaline environments for aquaculture in the Colombian Caribbean. Saline Systems, vol 1, p 9.
- [35].- Abatzopoulos, T. J., Agh, N., Van Stappen, G., Rouhani, S. R., and Sorgeloos, P. 2006. Artemia sites in Iran. Journal of the marine biological association of the United Kingdom, 86(2), 299-307.
- [36].- El-Bermawi, N., Baxevanis, A. D., Abatzopoulos, T. J., Van Stappen, G., and Sorgeloos, P. 2004. Salinity effects on survival, growth and morphometry of four Egyptian Artemia populations (International Study on Artemia. LXVII). Hydrobiologia, 523(1), 175-188.
- [37].- Amat, F., Hontoria, F., Ruiz, O., Green, A. J., Sanchez, M. I., Figuerola, J., and Hortas, F. (2005). The American brine shrimp as an exotic invasive species in the western Mediterranean. In Issues in Bioinvasion Science (pp. 37-47). Springer, Dordrecht.
- [38].- Bezzi F. and Houhech A., 2015.- Etude comparative de la valeur nutritionnelle des cystes d'*Artemia salina* de la saline Betioua (Oran). Master Hydrobiologie et aquaculture, Université Khemis Meliana, 71p.
- [39].- Van Ballaer, E.; Versichele, D.; Vanhaecke, P.; Léger, P.; Ben Abdelkader, N.; Turki, S.; Sorgeloos, P. 1987. Characterization of Artemia from different localities in Tunisia with regard to their use in local aquaculture, in: Sorgeloos, P. et al. (Ed.) Artemia research and its applications: 1. Morphology, genetics, strain characterization, toxicology. Proceedings of the Second International Symposium on the brine shrimp Artemia. pp. 199-209.
- [40].- Sorgeloos P., 1986.- Manual for the culture and use of brine shrimp Artemia in aquaculture 1986: State University of Ghent, Faculty of Agriculture.
- [41].- Bell M.V. and J.R. Dick, 1990.- Molecular species composition of phosphatidylinositol from the brain, retina, liver and muscle of cod (*Gadus morhua*). Lipids, 25(11): 691-694.
- [42].- Stubbs, C. D., and Smith, A. D. 1990. Essential fatty acids in membrane: physical properties and function. Biochemical Society Transactions, 18(5), 779-781.
- [43].- Parrish, C. C., Nichols, P. D., Pethybridge, H., and Young, J. W. 2015. Direct determination of fatty acids in fish tissues: quantifying top predator trophic connections. Oecologia, 177(1), 85-95.
- [44].- Mayzaud P., 1997.- Spatial and life-cycle changes in lipid and fatty acid structure of the

Antarctic euphausiid *Euphausia superba*. Antarctic communities: species, structure and survival, Pp 284-294.

- [45].- Selselet, G. S., Amat, F., Ghomari, M. S., and Hontoria, F. (2011). Artemia biodiversity in Algerian sebkhas. *Crustaceana*, 84(9), 1025-1039.
- [46].- Johns D. M., Berry W. J., and McLean S., 1981.- International study on artemia: 1 xxi. investigations into why some strains of artemia are better food sources than others. further nutritional work with larvae of the mud crab, *Rhithropanopeus harrisi*. *Journal of the World Mariculture Society*, 12(1): 301-314.
- [47].- Navarro J. and Amat F., 1992.- Effect of algal diets on the fatty acid composition of brine shrimp, *Artemia sp.*, cysts. *Aquaculture*, 101(3-4): 223-227.